

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2001年12月27日 (27.12.2001)

PCT

(10)国際公開番号
WO 01/98678 A1(51)国際特許分類:
B62D 5/04, F16H 1/16, 35/10

F16D 7/02,

(72)発明者: および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 力石一
穂 (CHIKARAISHI, Kazuo) [JP/JP]. 大島正道
(OHSHIMA, Masamichi) [JP/JP]; 〒371-0845 群馬県前
橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP).

(21)国際出願番号: PCT/JP01/05121

(22)国際出願日: 2001年6月15日 (15.06.2001)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

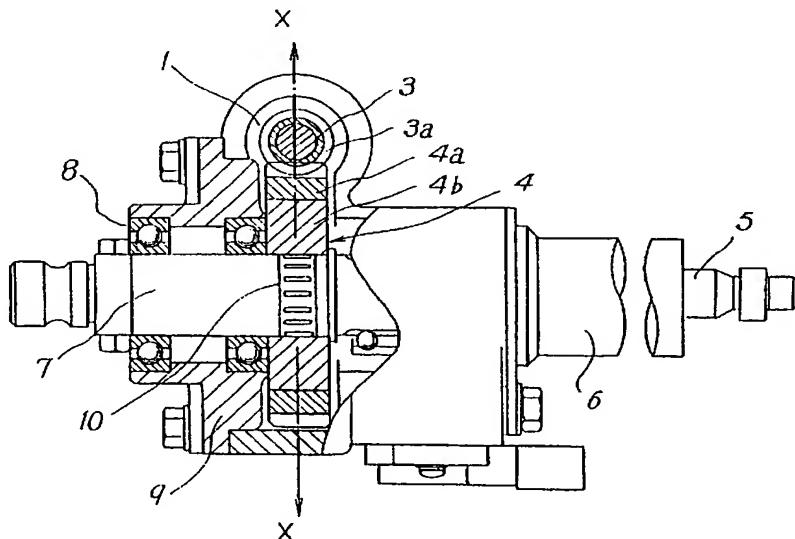
(30)優先権データ:
特願2000-183085 2000年6月19日 (19.06.2000) JP
特願2000-207156 2000年7月7日 (07.07.2000) JP(74)代理人: 井上義雄 (INOUE, Yoshio); 〒103-0027 東京
都中央区日本橋3丁目1番4号 画廊ビル3階 Tokyo (JP).

(81)指定国(国内): DE, GB, US.

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本精
工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品
川区大崎1丁目6番3号 Tokyo (JP).添付公開書類:
— 国際調査報告書
2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイドスノート」を参照。

(54)Title: MOTOR-DRIVEN POWER STEERING DEVICE

(54)発明の名称: 電動式パワーステアリング装置



WO 01/98678 A1

(57)Abstract: A motor-driven power steering device capable of being provided for an increased output, developing a specified slipping torque irrespective of a variation in working temperature, improving the radiation capacity of a worm wheel, and reducing the size thereof, wherein an output shaft (7) is formed of a steel material, the gear part (4a) of the worm wheel (4) is formed of a resin material, and a core part (4b) thereof is formed of a metal material with less specific gravity and larger coefficient of linear expansion than the steel material so as to set the limiting torque of a torque limiter lower at high temperatures and higher at low temperatures, and a thin-wall resin is connected to the entire outer peripheral surface of the tooth part of a gear-shaped core (102) by a chemical connection using an in-metal mold sticking combination technology or by a sticking using adhesive agent, whereby the compact worm wheel (101) with excellent radiation capacity and minimized use amount of resin can be provided.

[統葉有]



(57) 要約:

本発明は、電動式パワーステアリング装置に関し、高出力化に対応でき、使用温度変化に拘わらず規制の滑りトルクを発揮でき、また、ウォームホイールの放熱性を向上させ、装置の小型化を可能とするものである。出力軸（7）を鉄材で作る一方、ウォームホイール（4）のギア部（4a）を樹脂材で、芯金部（4b）を前記鉄材に対し比重が小さく、線膨張率の大きい金属材で夫々作製することにより、トルクリミッタの規制トルクを、高温では低く、低温では高く設定している。また、ウォームホイール（101）を歯車形状の芯金（102）の歯部の外周面全体に薄肉の樹脂を金型内接着複合化技術による化学結合、または接着剤による接着で接合することにより、放熱性が良く、樹脂使用量が最小限となるコンパクトなウォームホイールが提供される。

明 細 書

電動式パワーステアリング装置

5 技術分野

本発明は電動式パワーステアリング装置に関する。

背景技術

補助操舵トルクとなる電動モータの回転力をギア装置により減速して出力軸
10 に伝達し、ステアリングホイールの手動力を補助して車輪の操舵を行うように
した電動式パワーステアリング装置（以下「E P S 装置」という）の作動時に
において、例えばハンドルをラックのストロークエンドまで切った場合など操舵
が急激に止められた場合に、モータは慣性力により急に停止することができず、
減速ギア部に過大なトルクが発生することがある。この過大トルクから減速ギ
15 アを保護するため、従来、モータとウォーム間に摩擦板を使用したトルクリミ
ッタを設け、あるいは出力軸とウォームホイール間に弾性力付与用のリング部
材を使用したトルクリミッタを設けて、このような過大トルクの発生時には、
両者間に滑りを発生させてこの過大トルクの伝達を防止している。

ところで、E P S 装置では、一般的にウォームは鉄材により作られ、またウ
20 オームホイールは中実な鉄材で作られた芯金部の外周に樹脂材で作られたギア
部を接着、融着、あるいはインジェクション成形等により一体化して作られ、
また、このウォームホイールが装着される出力軸も芯金と同質の鉄材で作られ
ている。

なお、当分野では、出力軸とウォームホイールとの間に装着するトルクリミ
25 ッタに使用する弾性力付与用のリング部材を回転伝達部材あるいはトルク設定
部材等の名称で呼ばれることもあり、また、トランスリング（レンコールト

レランスリング社商標名) としても知られている。

上述したように、従来のE P S 装置では、ギア装置を構成するウォームホイールの芯金部が中実な鉄材で作られているため次のような問題があった。先ず、E P S 装置の高出力化に対応しようとすると、高強度化及び高モジュール化の
5 ためにウォームホイールを大径化する必要があるが、芯金部を大径化して対応した場合、それに伴って芯金部の重量が重くなり、操舵時の慣性力が増して操舵輪の回転、切り返し時の操舵感が低下してしまう。また、大径化に伴い、樹脂製ギア部の径を大きくすると、樹脂は吸湿や温度による寸法変化が大きいので、ギア精度が悪化してギアの作動音が大きくなってしまったり、インジェク
10 ション成形によって樹脂部にボイドが発生してギア強度が低下してしまう恐れがある。このように、従来のE P S 装置ではウォームホイールの大径化には問題があった。

次に、樹脂製のギア部は、常温を基準に比較すると、高温下では強度が低下し、逆に低温下では強度がアップするという特性を有するが、従来出力軸と芯
15 金部は鉄材でできており、線膨張係数がほぼ同一なため、トルクリミッタの規制トルクは温度に対して一定値であった。そのため、トルクリミッタの規制トルクの設定に際しては、最高使用温度に合わせなければならず、リミットトルクも低く設定しなければならないために、伝達トルクとの差が小さくなってしまっていた。E P S 装置を長期間使用することでリングが摩耗してリミットトルクが低下するとトルク伝達ができなくなる恐れがあり、設計が困難であった。
20

また、ウォームホイールは、例えば、実用新案2556890号公報、及び特開平7-215227号公報に開示されており、それは図15A及び図15Bに示すように、芯金X19の外周全体にわたってギア歯状に形成されたもので、回転方向止めセレーションX19bと軸方向止め突起X19cから成る凹
25 凸X19aに、外周に歯を形成した樹脂リングX20を嵌合して形成されている。又、樹脂リングX20の肉厚を適切に設定されているので、雰囲気温度が

変化しても歯車間の適切なバックラッシュを維持することができる構成である。

また、特開平11-192955号公報に開示されているウォームホイールは、歯の強度向上のために略ギア形状の芯金が用いられ、このギア形状のリム部を樹脂が軸方向に長方形断面となるようにインジェクションにより覆って形成されており、リム部と樹脂の結合は、冷えて固まった樹脂薄層の強度に頼っている。
5

しかしながら、従来の上記樹脂歯車の内、実用新案2556890号公報、及び特開平7-215227号公報に開示されているようなウォームホイールは、金属の芯金X19の外周に設けた凹凸X19aに樹脂リングX20を嵌合させているが、樹脂の機械的強度は金属に対して劣るので、金属製ギアに比べてモジュールを大きくし、且つ金属部分よりも歯厚を大きくする必要があるため、減速機構が大型化してしまうという問題点があった。

また、この歯厚の大きな樹脂は放熱性が劣るため、樹脂の肉厚を適切に設定しているが、ギアの噛み合いによって生じる熱により、樹脂の摩耗が大きくなるという問題点もあった。特に、図16に示すように、当該ウォームホイールをE P S装置に組み込み、これがエンジンルーム内に配置される場合、温度条件が厳しく、高温度環境下での耐久性を確保することが困難であった。(図16のE P S装置の構成の概要については、後述の実施形態で示すので説明を省略する。)
15

さらに、芯金X19と樹脂リングX20との結合力は凹凸X19aの機械的な引っ掛けかりに依存しているので、樹脂リングX20は抜け出し力に耐えるため、肉厚にしなければならないが、ナイロン系樹脂を用いた場合には、吸水性があるため、樹脂の体積が大きい程、吸水による膨張によって引き起こされる寸法変化は大きくなる。ところが、E P S装置においては、運転者のハンドルの回動に応じて、減速機構を通して操舵補助力を伝達させて、減速機構の回転方向は煩雑に反転するため、ギア歯面の打音を防止するため、バックラッ
20
25

シューが極めて小さくなるように管理しなければならない。したがって、上述の如く、樹脂の体積が大きいと吸水による寸法変化が極めて大きいため、使用中に樹脂が吸水してバックラッシュが無くなる程、膨張した場合、作動性が悪くなるという問題点があった。

5 また、特開平11-192955号公報に開示されているウォームホイールにおいては、ギアの噛み合いによって生じる外力が、樹脂薄層に引っ張り応力として作用するため、樹脂の破断を起こし易く、強度の確保が困難であった。また、芯金をインサートしてインジェクション成形した場合、高温の樹脂が冷えて収縮する際に、残留引っ張り応力が生じるため、樹脂と芯金との結合を機械的な引っ掛かりに頼っている場合、一個所でも破断すると、破断面が内部応力で広がるので、結合力を喪失してしまうという問題点があった。

樹脂製ウォームホイールは、樹脂がMCナイロン製のものと、ガラス繊維入り樹脂でインジェクション成形するものの2種類が量産されているが、この内、前者のMCナイロン製のウォームホイールは、管状MCナイロンと外周面に上記のような凹凸（ローレット）を設けた芯金を高周波誘導加熱しながら、接着部を密着させ接着剤を用いて接着させる。しかし、このMCナイロンはコストが非常に高く、耐熱性は80°Cまでである。

一方、後者のインジェクションによるウォームホイールは、外周面に前記MCナイロンの場合よりかなり大きい凹凸を設けた芯金に樹脂をインジェクション成形して、樹脂を凹凸で機械的に固定している。この場合、加熱した樹脂をインジェクションするので、冷えると収縮し、芯金との界面に引っ張り応力が作用しているので、ボイドやウエルドライン等で一個所でも破断すると割れ目が広がって、芯金と樹脂との固定力を喪失してしまうという問題点がある。耐熱性は120°Cまでであるが、吸水による膨張により作動性が低下するという問題点もある。

発明の開示

本発明の第1の目的は、高出力化に対応でき、また、使用温度変化に応じた規制の滑りトルクを発揮し得る電動駆動部の動力伝達機構を備えた電動式パワーステアリング装置を提供することにある。

5 本発明の上記第1目的は、ウォームホイールと出力軸間に弾性力付与用のリング部材を装着する、トルクリミッタを備えた電動式パワーステアリング装置において、前記出力軸を鉄材で作る一方、前記ウォームホイールのギア部を樹脂材で、芯金部を前記鉄材に対し比重が小さく、線膨張率の大きい金属材で夫々作製することにより、前記トルクリミッタの規制トルクを、高温では低く、
10 低温では高く設定したことを特徴とするE P S装置を提供することによって達成される。

本発明の第2目的は、芯金と樹脂とが強い結合力で接合されていて、放熱性が良く、最小限の樹脂使用量でコンパクト化が可能なウォームホイールを操舵補助力の伝達経路中に組み込んだE P S装置を提供することである。

15 上記第2目的を達成するために、本発明では、モータの駆動力をウォームギアと共に操舵補助力として伝達するウォームホイールを組み込んだE P S装置において、該ウォームホイールは歯車形状の芯金の、歯部の外周面全体に薄肉の樹脂を金属内接着複合化技術による化学結合、または接着剤による接着で接合させたものとすることを提案する。さらに前記芯金は、アルミ合金又は銅合金より成形したものとすることもできる。以上のように構成されたことで、芯金の歯部と樹脂の結合は強いものとなり、薄肉の樹脂であってもギアの噛み合いによる引っ張り応力を受けにくく、樹脂が破断するのが防止され、樹脂量を少なくできるので、吸水によるギアの寸法変化を極めて小さくすることができる。芯金はアルミ合金又は銅合金であるため、熱が拡散し易く、比較的高い温度環境での使用も可能となる。特に、芯金にアルミ合金を使用してE P S装置にウォームホイールとして組み込んだ場合、アルミダイキャスト製のギアハウ

ジングと熱膨張係数が同じであるため、熱膨張によるギアのバックラッシュの変化が極めて小さくなるため、ギアの良好な作動性を常に維持することができる。

5 図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施形態に係わる電動式パワーステアリング装置の要部、すなわち電動駆動部における動力伝達機構の一部断面図である。

図2は、図1のX—X断面図である。

図3は、弾性力付与用リング部材の斜視図である。

10 図4は、弾性力付与用リング部材の装着状態を示す部分拡大断面図である。

図5は、弾性力付与用リング部材の径方向変形量と径方向力の関係を示す図である。

図6は、トルクと温度変化の関係を示す図である。

図7Aは、本発明の第2の実施形態のウォームホイールの側面図である。

15 図7Bは、図7Aの矢印C断面及びD断面図である。

図8は、図7Aのウォームホイールを示す斜視図である。

図9は、図7Aのウォームホイールを組み込んだEPS装置を示す断面図である。

20 図10は、第3の実施形態を示す図7Aのウォームホイールをトルクリミッタにて組み込んだEPS装置を示す断面図である。

図11Aは、第4の実施形態を示すウォームホイールの側面図である。

図11Bは、図11Aの矢印C断面及びD断面図である。

図12は、図11Aのウォームホイールを示す斜視図である。

図13Aは、第5の実施形態を示すウォームホイールの側面図である。

25 図13Bは、図13Aの矢印C断面及びD断面図である。

図14Aは、第6の実施形態を示すウォームホイールの側面図である。

図14Bは、図14Aの矢印C断面及びD断面図である。

図15Aは、従来のウォームホイールの側面図である。

図15Bは、図15Aの直径方向断面図である。

図16は、図15Aのウォームホイールを組み込んだE P S装置を示す断面

5 図である。

実施の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係わるE P S装置の要部、すなわち電動駆動部における10 動力伝達機構の軸線方向一部断面図であり、図2は図1のX-X断面図である。

図1及び図2において、1は操舵補助用の電動モータ、2は電動モータ1の出力軸、3は出力軸2にセレーション結合、あるいはジョイントを介して結合されたウォーム、3aはウォーム3のギア部である。4は中心に軸穴4cを有する芯金部4bの外周にギア部4aが一体化されて成るウォームホイールで、ウォーム3のギア部3aとウォームホイール4のギア部4aとが噛合されている。15

5は図示しないステアリングホイールに連結された入力軸、6は入力軸5を軸心回りに回転自在に支承する円筒形のハウジング、7は出力軸、8は出力軸7を回転自在に支承する軸受、9は軸受8を保持するハウジング、10は出力軸7の外周とウォームホイール4の芯金部4bの軸穴4cとの間に装着されて径20 方向に弾性力を付与するリング部材、11及び12はウォーム3を軸支する軸受、13はハウジングである。なお、入力軸5と出力軸7とは図示しないトーションバーによって連結されている。

本E P S装置の電動駆動部は上記の動力伝達機構により構成されていて、電動モータ1の駆動により出力軸2が回転すると、ウォーム3を介してウォームホイール4が回転され、電動モータ1の動力が出力軸7に伝達される。25

上記動力伝達機構の内、出力軸7は鉄材で作られているのに対し、ウォームホ

イール4はその芯金部4bが、アルミニウム等の、少なくとも前記出力軸7の鉄材よりも比重が小さく、かつ線膨張係数が大きな材料で作られ、そしてギア部4aが、例えばナイロン等の硬質で成形性に富んだ樹脂材で作られている。このように、本E P S装置の動力伝達機構に使用されるウォームホイール4は、
5 重量の軽量化、強度アップ、騒音の防止等が図られている。

さらに、アルミニウム製のウォームホイール4の芯金部4bと樹脂製のギア部4aとは接着剤によって一体化されていたり、あるいは芯金部4bの外周面に、例えばエンボス、ローレット、あるいはセレーション等の凹凸状の加工が施されている。このように樹脂製のギア部4aの内周面に対し芯金部4bの外
10 周面が十分に引っ掛かるように配慮されているため、ウォームホイール4の作製に際し芯金部4bの外周面にギア部4aを、インジェクション成形や融着、あるいは圧入等により装着して一体化したときに両者の強度が十分に得られ、これにより滑りトルク及び抜け強度が保証されている。

リング部材10には、例えば図3に斜視図で示されるような公知の部材が適用される。すなわち、このリング部材10は、薄い金属板を間隙cをもってほぼ円筒状に曲げ、その内周面には軸方向の溝10aが、また外周面には径方向に高さを有する多数の突起10bが夫々形成されているもので、このリング部材10は出力軸7の外周面に設けられた軸方向の突起（図示せず）に溝10aが係合して取付けられている。なお、突起10bはバネ鋼等の弾力性を有する
20 材料で作られ、ウォームホイール4が装着されると、図4に拡大断面図で示されるように、芯金部4bの内周面に当接して、リング部材10と出力軸7との間に適当な摩擦力が印加される。このように径方向に弾性力を付与するリング部材10によりトルクリミッタが構成されている。

本E P S装置では、このトルクリミッタの規制トルクは出力軸7とウォーム
25 ホイール4、特にその芯金部4bの線膨張係数の差を考慮して設定されている。上述したように、出力軸7が鉄材で作られているのに対し、芯金部4bは線膨

張係数が鉄材に比べ2倍強のアルミニウム材で作られているため、使用温度の高低により両者間の距離、つまり径方向の長さ寸法の差に変動を生じる。すなわち、図4に示すように、今、弾性力付与用のリング部材10が装着される出力軸7の外周面と芯金部4bの内周面との距離をDとすると、この距離Dは使用温度が最高温度のときに最大距離D_(max)となり、最低温度のときに最小距離D_(min)となる。したがって、規制トルクは最高使用温度時、つまり最大距離D_(max)の場合にリング部材10の規定の締め代となるように設定される。

図5はこの規制トルクの設定の仕方を説明するもので、リング部材10の径方向変形量（横軸）と径方向力〔トルク〕（縦軸）との関係を示している。図においてAはトルクリミッタの規制トルク変化幅を、Bは温度変化による締め代の変化幅を、ポイントT0は常温での設定値を、T1は最高使用温度での設定値を、T2は最低使用温度での設定値を、直線Naは電動モータ1の回転付勢力を、また直線Nbは樹脂材の破壊トルクを夫々示している。図示するように、トルクリミッタの規制トルクの変化幅Aは、通常使用の固定化された回転付勢力Naと温度により変化する樹脂材の破壊トルクNbとの間に、塑性変形領域内に設定された温度変化による締め代の変化幅B、すなわち最高使用温度設定値T1と最低使用温度設定値T2の範囲内に設定される。

図6は図5の詳細説明図であって、温度変化（横軸）とトルク（縦軸）との関係を示したものである。図において直線Noは本EPS装置におけるトルクリミッタの規制トルクを、直線Npは鉄製の出力軸及び芯金部から成る従来のEPS装置におけるトルクリミッタの規制トルクを夫々示している。図示するように、従来EPS装置におけるトルクリミッタの規制トルクNpは、前述したように温度に対して一定であるが、本EPS装置におけるトルクリミッタの規制トルクNoは、温度によって変化する電動モータ1の回転付勢力Naと樹脂材の破壊トルクNbとの間に設定される。

このように、本E P S装置では使用温度に応じた滑りトルクが発揮されるよう5に設定されている。

また、このような使用温度の差異は樹脂製のギア部4 aに対しても影響があり、その強度は低温下では増加するものの、高温下、特に最高使用温度時では最も5低下する。

上記第1の実施形態は、ウォームとウォームホイールの組合せから成る動力伝達機構について説明したが、これを例えればハイポイドギア、ベベルギア、ヘリカルギア等の種々の歯車の組合せから成る動力伝達機構にも適用することが可能である。

10 以上に述べたように、上記第1の実施形態の電動式パワーステアリング装置では、電動駆動部の動力伝達機構を構成するウォームホイールの芯金部を鉄材より比重の小さい金属材で作製しているので、ウォームホイール自体の重量が

軽減される。これにより、ウォームホイールを大径化しても操舵時の慣性力が低減されて切り返し時の操舵感が向上され、E P S装置の高出力化にも十分対応することができる。また、このように軽量化された芯金部を大径化することにより樹脂製ギア部の径は小さくて済み、このため樹脂部の大径化に伴う寸法変化やボイド等の成形性に係わる問題が解消される。なお、上記芯金部の材料を鉄材に比し比重が約1／3のアルミニウムとすればこれらの効果は一層向上される。

15 20 本発明の別の実施形態を図面に基づいて説明する。

図7 Aは本発明の第2の実施形態のウォームホイールの側面図、図7 Bは図7 Aの矢印C及びD断面図、図8は図7 Aのウォームホイールを示す斜視図、図9は図7 Aのウォームホイールを組み込んだE P S装置を示す断面図、図10は第3の実施形態を示す図7 Aのウォームホイールをトルクリミッタで組み25込んだE P S装置を示す断面図、図11 Aは第4の実施形態を示すウォームホイールの側面図、図11 Bは図11 Aの矢印C及びD断面図、図12は図11

Aのウォームホイールを示す斜視図、図13Aは第5の実施形態を示すウォームホイールの側面図、図13Bは図13Aの矢印C及びD断面図、図14Aは第6の実施形態を示すウォームホイールの側面図、図14Bは図14Aの矢印C及びD断面図である。

5 図7A、図7B及び図8において、ウォームホイール101は、外周面をヘリカルギア状に形成した芯金102の歯面全体に、樹脂103が接合されて形成されている。

10 芯金102歯面への樹脂103の接合は、金型内接着複合化技術、例えば東亜電化によるTRI（トライ）システムによるもので、この接合が完了した段階で歯面全体が樹脂103から成るヘリカルギアが形成され、その後、ホブカッターにて機械加工を施し、ウォームホイール101形状に仕上げる。

15 上記TRIシステムは、電気化学的特殊金属表面処理とインサート射出成形を応用して、金型内でアルミ合金や鋼合金等の金属とプラスチックを化学結合により接合させる技術であり、結合は強固で接着剤を用いないので細かな部品も自由に設計できる。

20 このTRIシステムによる芯金102と樹脂103の接合工程は、先ず、芯金102の歯面（外周面全体）を有機メッキ処理し、歯面直下の内部において化学反応させる。次にこの芯金102をインジェクション金型に嵌め込み、溶融した樹脂を同金型内に射出し、インサート成形を行うことにより芯金102の歯面に樹脂103が接合される。

25 以上のようにTRIシステムにより形成されたウォームホイール101を組み込んだピニオンアシスト式のEPS装置を図9に示している。同図において、入力軸107の図中左端部に図示しないステアリングホイールが連結され、入力軸107の他端部はトーションバー111を介して出力軸（ピニオン軸）106に連結されている。この出力軸106の連結部には、ウォームホイール101の芯金102が外嵌・固定されており、この芯金102にはアルミ合金若

しくは銅合金が用いられている。ウォームホイール 101 にはウォームギア 105 が噛み合っており、これらはギアハウジング 115 内に収容されている。出力軸 106 の他端側にはピニオン 106a が形成されており、ピニオン 106a はラック 109 と噛み合い、出力軸 106 が回転することによりラック 109 は図中紙面と直交する方向に移動する。⁵ ラック 109 は、ピニオン 106a との噛み合い部において、スプリング 108 により弾性的に付勢されたラックガイド 112 により抑えられ支持されている。このラック 109 は、図示しないタイロッドとリンク機構を介して車輪に連結されており、前記ステアリングホイールの操作で、入力軸 107 が左右方向に回転されると、ラック 109 が左右に移動して、車輪が左右方向に旋回されるようになっている。¹⁰ 入力軸 107 はボール軸受 113 により、出力軸 106 はボール軸受 110, 114 によりそれぞれ位置決めがなされ、回転自在に支持されている。

上記のように、ウォームホイール 101 は芯金 102 の歯面にのみ樹脂 103 が化学結合して形成されているので、樹脂 103 層が薄くてもギアの噛み合¹⁵ いによる力は結合面のせん断応力として負担するので、破断の恐れが少ない。又、インジェクション成形した場合、高温の樹脂が冷えて収縮する際に残留引っ張り応力が生じるが、一個所の破断によつても破断面が広がることはないため、結合力を喪失することはない。

また、芯金 102 には熱伝導率の大きいアルミ合金若しくは銅合金を用いて²⁰ いるので、ギアの噛み合いによって生じる熱を拡散し易くしているため、エンジンルーム等の比較的高い温度環境での使用が可能となる。特に、アルミ合金を使用した場合、アルミダイキャスト製のギアハウジング 115 (図 9 参照) と熱膨張係数が同じであるため、熱膨張によるギアバックラッシュの変化が極めて小さくなり、ギアの良好な作動性を確保できる。また、リング状樹脂にギア歯を成形したものと比較して、使用樹脂量を最小限に抑えることができるの²⁵ で、吸水による寸法変化を極めて小さくすることができ、円滑なギアの作動を



維持することができる。さらに、ウォームホイール 101 の全容積の大部分を芯金 102 が占める構成としたので、ギアの強度を芯金 102 によって得ることができるため、ギアモジュールを小さくすることができ、装置の小型化、低コスト化が可能である。

5 なお、この第 2 の実施形態では、芯金 102 と樹脂 103 の接合は T R I システムによる化学結合としたが、これに限らず、高接着力で耐熱性の良い適当な接着剤を用いて接着しても同様の効果を期待することができる。しかし、この場合、化学結合に比較すれば結合力は劣ると考えられる。

また、芯金 102 の材料をアルミ合金若しくは銅合金としているので、鉄から成る出力軸 106 とは熱膨張係数が異なり、従来の圧入では保持力が不十分なので、図 9 に示すように、芯金 102 の嵌合部（軸孔） 116 には出力軸 106 をセレーション圧入する。

図 10 は第 3 の実施形態を示している。本実施形態は E P S 装置のウォームホイール 101 と出力軸 106 との間にトルクリミッタを備えたもので、この部分以外は第 2 の実施形態の E P S 装置と同様である。ウォームホイール 101 の芯金 102 の軸孔と出力軸 106 の外周との間に装着する該トルクリミッタには、径方向に弾性力を付与する公知のトレランスリング 117 を用いることにより、過大トルク発生時にウォームホイール 101 と出力軸 106 との間に滑りを発生させ、この過大トルクの伝達を防止することができる。またトルクリミッタの規制トルクは、上述のように鉄材から成る出力軸 106 に対して芯金 102 は比重が小さく熱膨張係数の大きい部材、例えば好ましくはアルミ合金（もしくは銅合金）から構成することにより、高温では低く、低温では高く設定し、使用温度の変化に応じた規制の滑りトルクを発揮するようにできる。以上のように、本発明のウォームホイールとトルクリミッタを組み合せた構造とすることもでき、これにより本実施形態の E P S 装置は第 2 の実施形態で述べた効果に加え、過大トルクの伝達防止を可能にする。

次に、第4の実施形態を図11A、図11B及び図12を参照して説明する。

この第4の実施形態のウォームホイール130は第2の実施形態と略同様であり、同一部材には同一番号を付している。異なるのは、芯金102の歯面全体ではなく、その一部に樹脂104をTRI接合させている点である。

5 このウォームホイール130は樹脂インジェクションの際に、歯面の一部102aをインジェクション金型に嵌め込んで位相あわせとし、歯面の残部102bに樹脂を接合させ、前記ホブカッターによるウォーム歯切加工を施したものであり、その他の作成工程については第2の実施形態と同様であるので説明を省略する。この場合、樹脂104の容積が上記樹脂103より小さくなるの
10 で、吸水による寸法変化をより小さくすることができる。

また、第5の実施形態を図13A及び図13Bに示している。この実施形態のウォームホイール140は第2の実施形態と略同様であり、同一部材には同一番号を付している。異なるのは、芯金102の軸方向の一方の側面を、TRI接合させた一定厚さの樹脂103で覆っている点である。これにより、
15 前記ホブカッターによる歯切り加工時に生じるバリを旋盤によって削り取る場合、バリ取りを容易にすることができる。

第6の実施形態を図14A及び図14Bに示している。この実施形態のウォームホイール150は第2の実施形態と略同様であり、同一部材には同一番号を付している。異なるのは、芯金118の軸受部118a以外の部分を
20 薄肉形状としている点である。これにより、放熱性をより一層向上させ、かつ軽量化を図っている。

以上、第2、4、5および6の実施形態はEPS装置に組み込まれるウォームホイールとしての樹脂歯車の構造および作成工程を説明しているが、これらの構造および作成工程はウォームホイールに限るものではなく、広く樹脂歯車に
25 適用できるものである。

以上説明したように歯車形状の芯金の、歯部の外周面全体に薄肉の樹脂を接

合させた樹脂歯車であって、この接合は、金型内接着複合化技術による化学結合、又は接着剤による接着であるので、ギアの噛み合いにより作用する力は接合部のせん断応力として受けるので樹脂層が薄くても破断するのを極力防止することができる。また、インジェクション成形した場合、高温の樹脂が冷えて
5 収縮する際に残留引っ張り応力が生じるが、一個所の破断によって破断面が広がるということがなく、結合力が保持されて安全性を向上させることができる。

また、芯金にはアルミ合金若しくは銅合金を用いているので、ギアの噛み合いによって生じる熱が拡散し易いため、比較的高い温度環境での使用が可能となる。

10 特に、芯金にアルミ合金を使用してE P S装置にウォームホイールとして組み込んだ場合、アルミダイキャスト製のギアハウジングと熱膨張係数が同じであるため、熱膨張によるギアのバックラッシュの変化が極めて小さくなるため、ギアの良好な作動性を常に維持することができる。

また、リング状樹脂にギアを成形したものと比較して、使用樹脂量を最小限
15 抑えることができるので、吸水による寸法変化を極めて小さくすることができ、ギアの円滑な作動を確保することができると共に、コスト低減が可能となる。

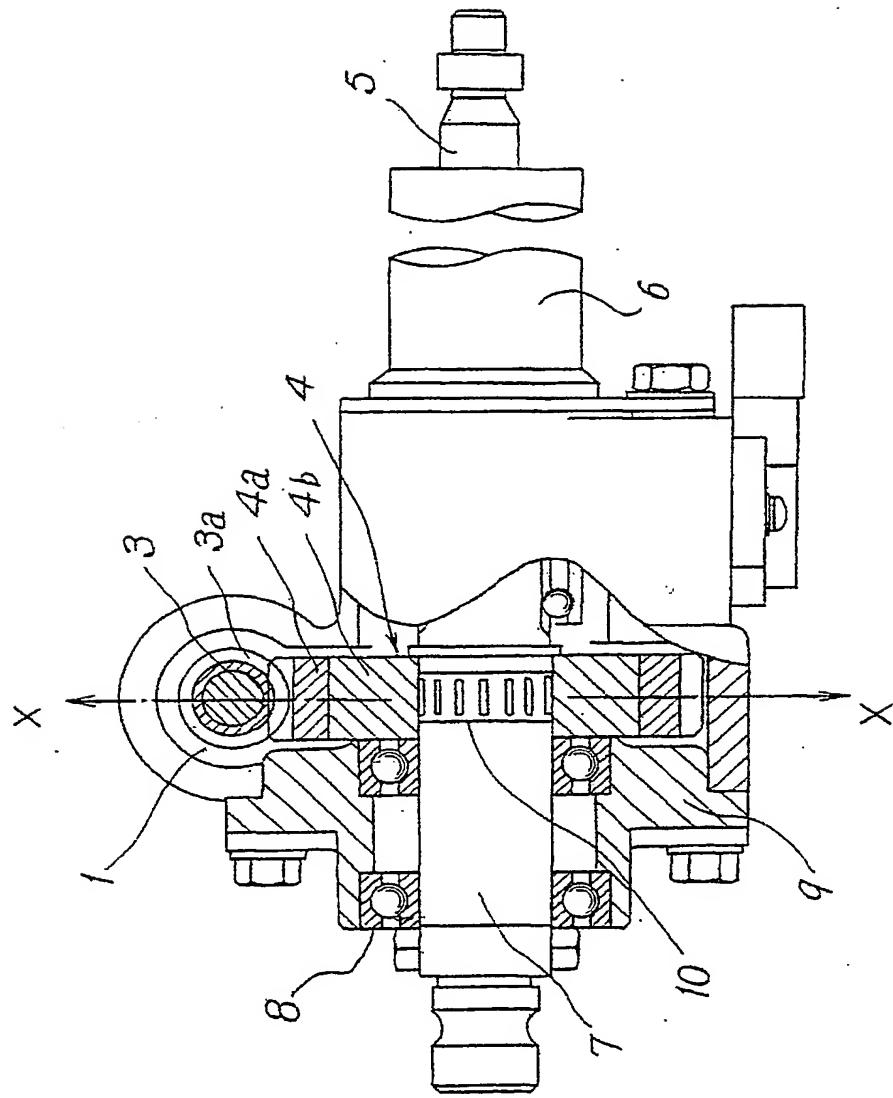
さらに、ウォームホイールの全容積の大部分を芯金で占める構成としたので、
ギアの強度が芯金によって得られるため、ギアモジュールを小さくする
20 でき、装置のコンパクト化を図ることができる。

請 求 の 範 囲

1. ウォームホイールと出力軸間に弾性力付与用のリング部材を装着する、トルクリミッタを備えた電動式パワーステアリング装置において、前記出力軸
5 を鉄材で作る一方、前記ウォームホイールのギア部を樹脂材で、芯金部を前記鉄材に対し比重が小さく、線膨張率の大きい金属材で夫々作製することにより、前記トルクリミッタの規制トルクを、高温では低く、低温では高く設定したことと特徴とする電動式パワーステアリング装置。
2. モータの駆動力をウォームギアと共に操舵補助力として伝達するウォームホイールを組み込んだ電動パワーステアリング装置において、前記ウォームホイールは、歯車形状の芯金の歯部の外周面全体に薄肉の樹脂を金属内接着複合化技術による化学結合、または接着剤による接着で接合させたものであることを特徴とする電動パワーステアリング装置。
10
3. 請求項2に記載の芯金は、アルミ合金又は銅合金より成形されていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。
15

1/13

図1

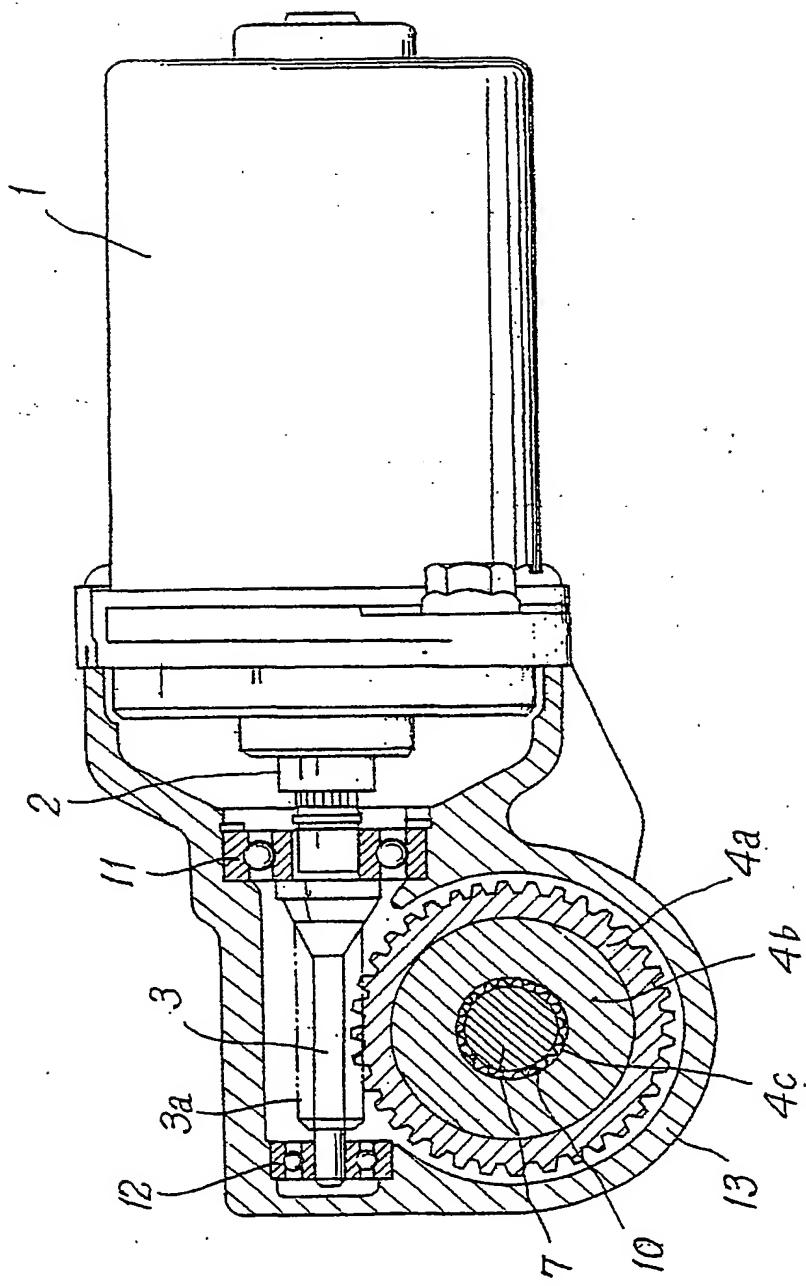


THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/13

図2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

~~BEST AVAILABLE COPY~~

3/13

図 3

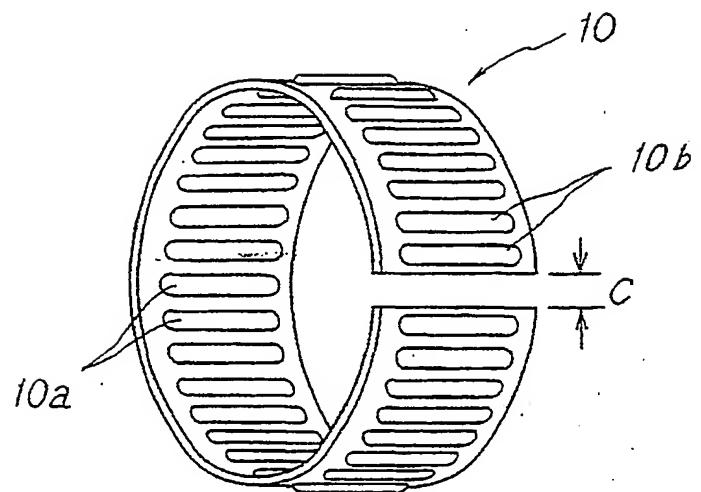
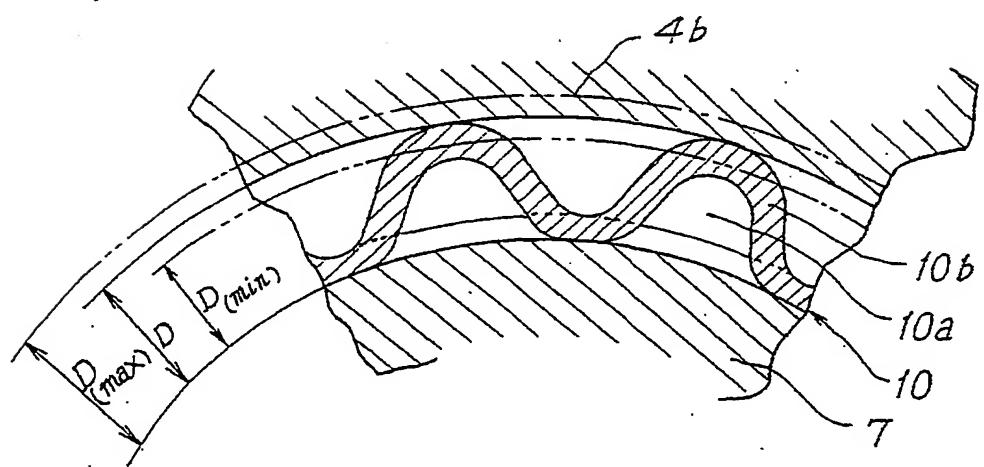


図 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/13

図 5

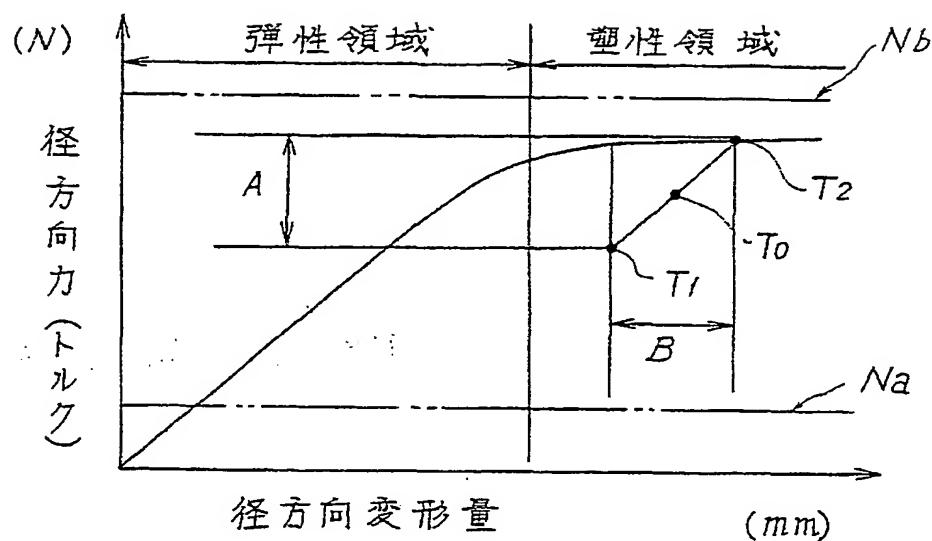
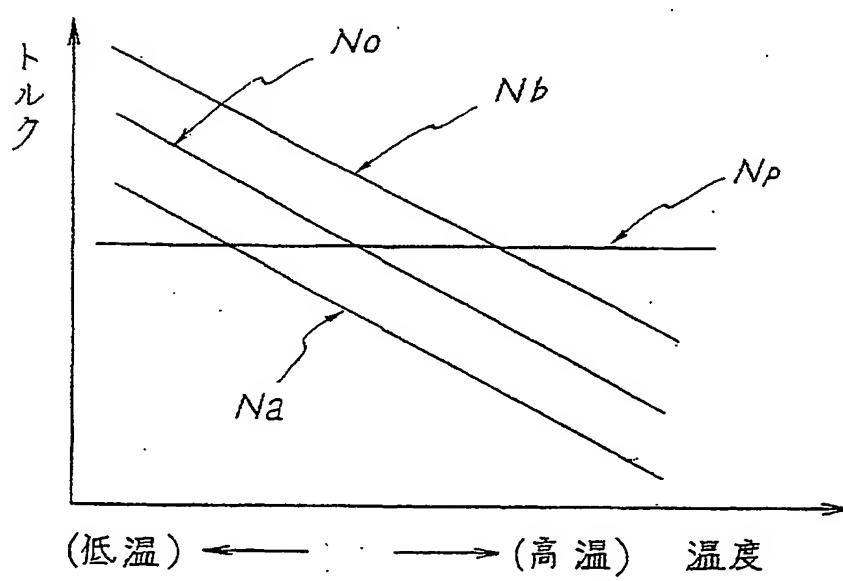


図 6



THIS PAGE BLANK (USP10)

5/13

図 7 A

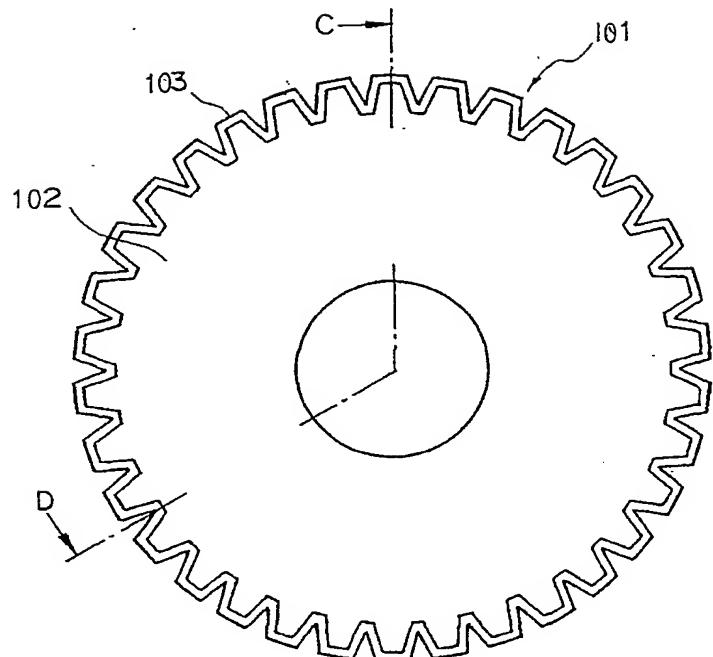


図 7 B

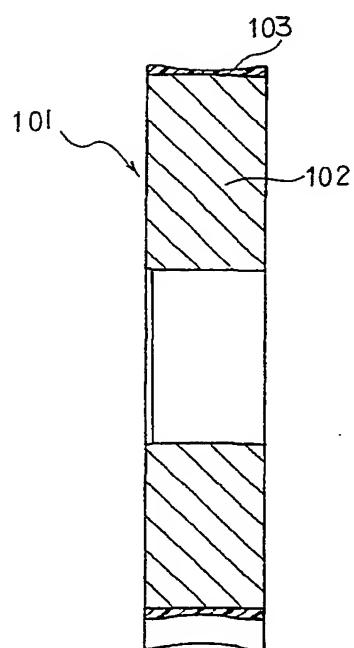
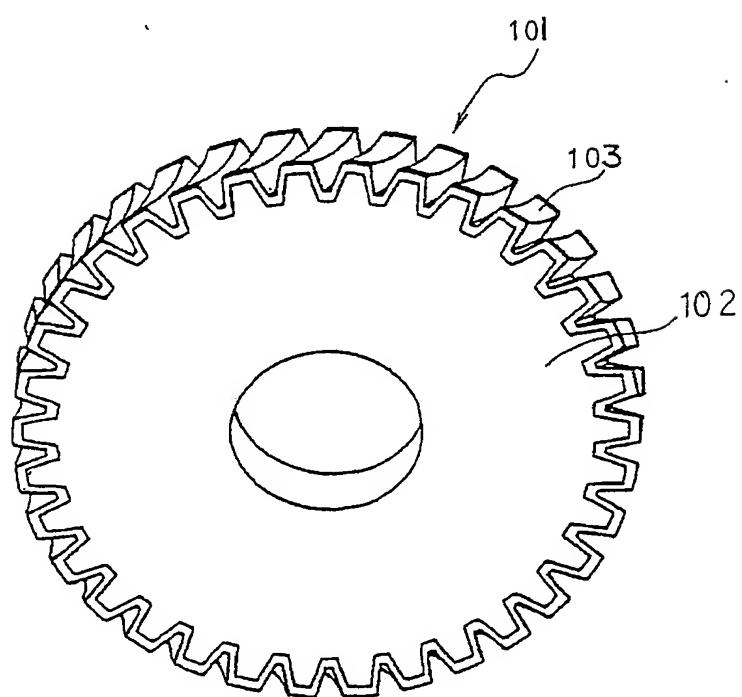


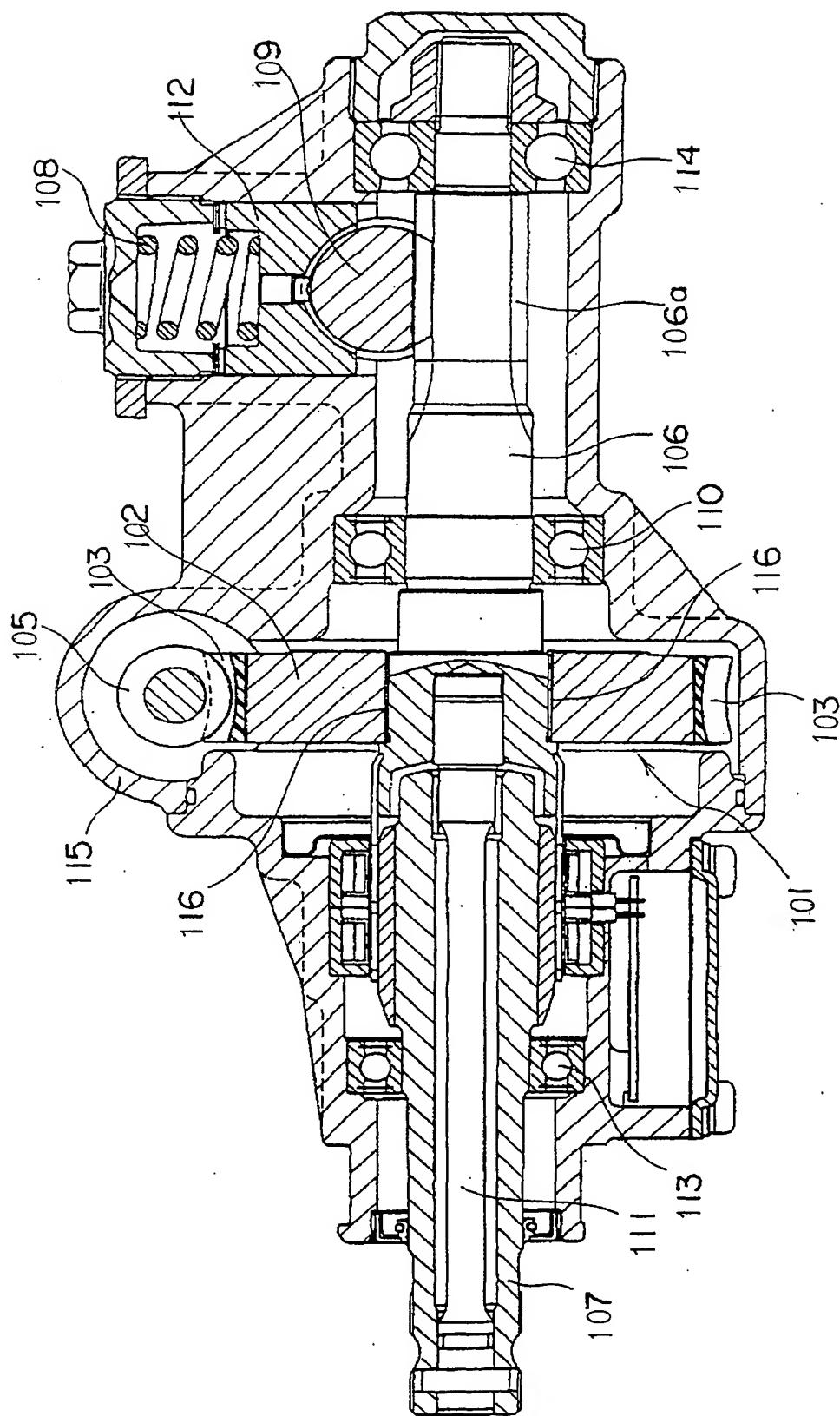
図 8



THIS PAGE IS BLANK (USPTO)

6/13

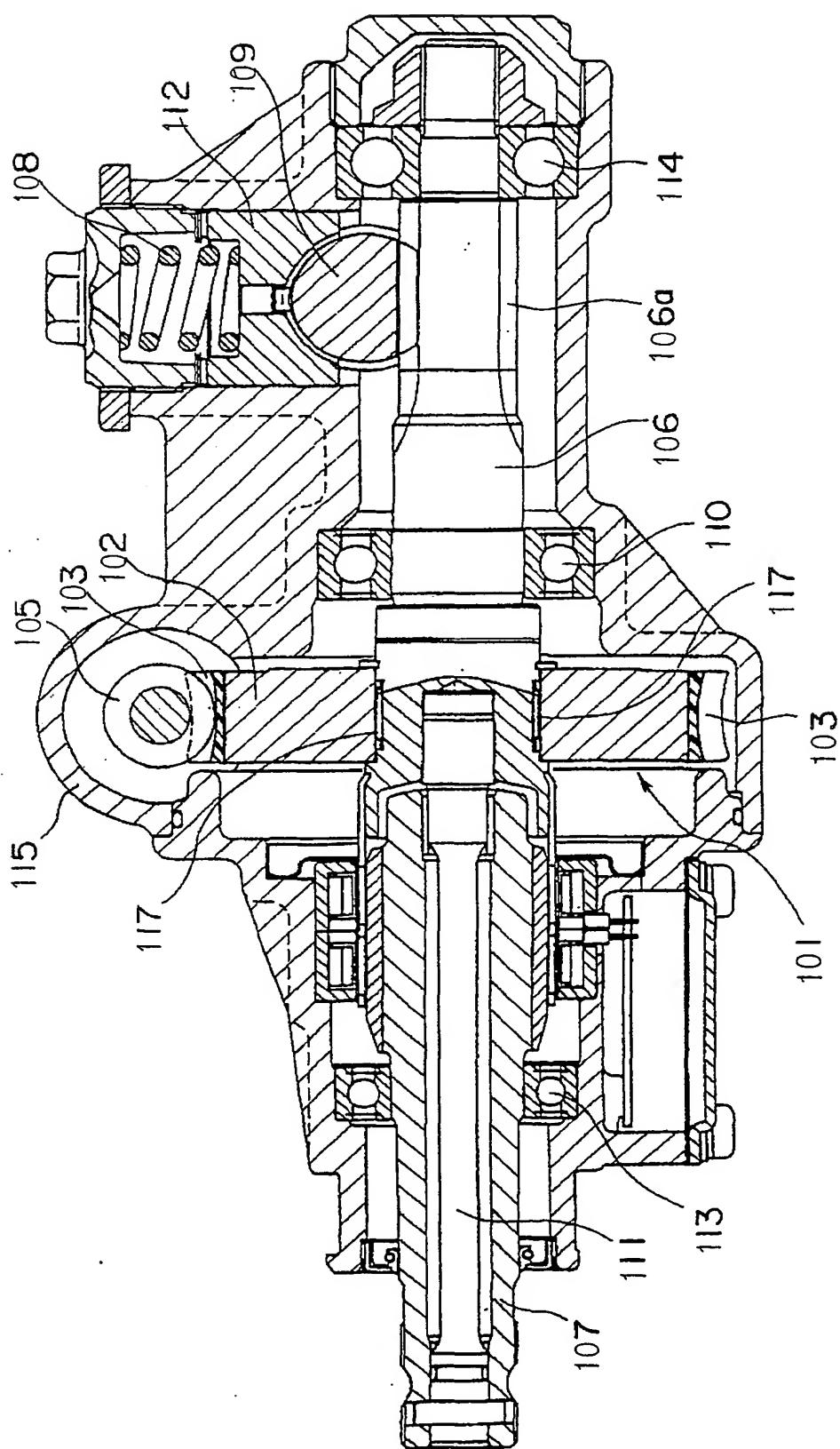
図 9



THIS PAGE BLANK (USPTO)

7/13

図 10



THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

8 / 13

図11B

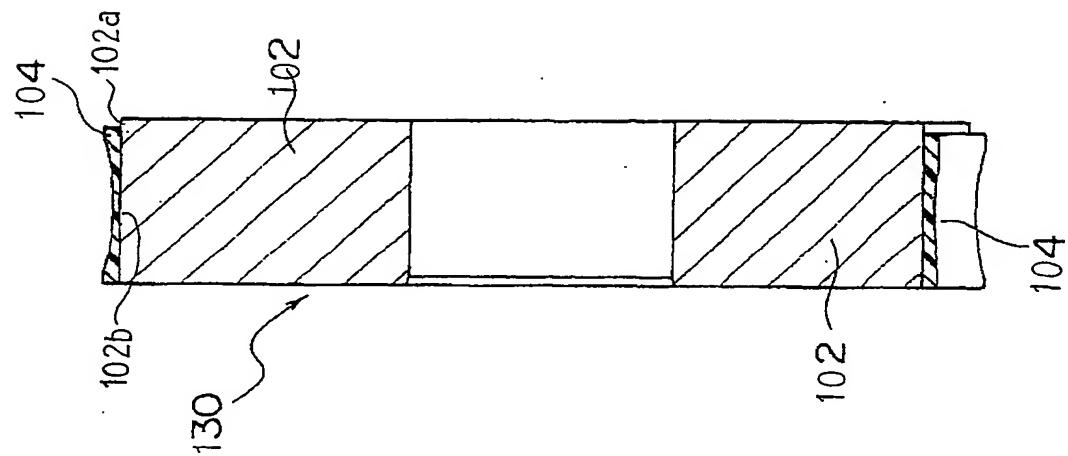
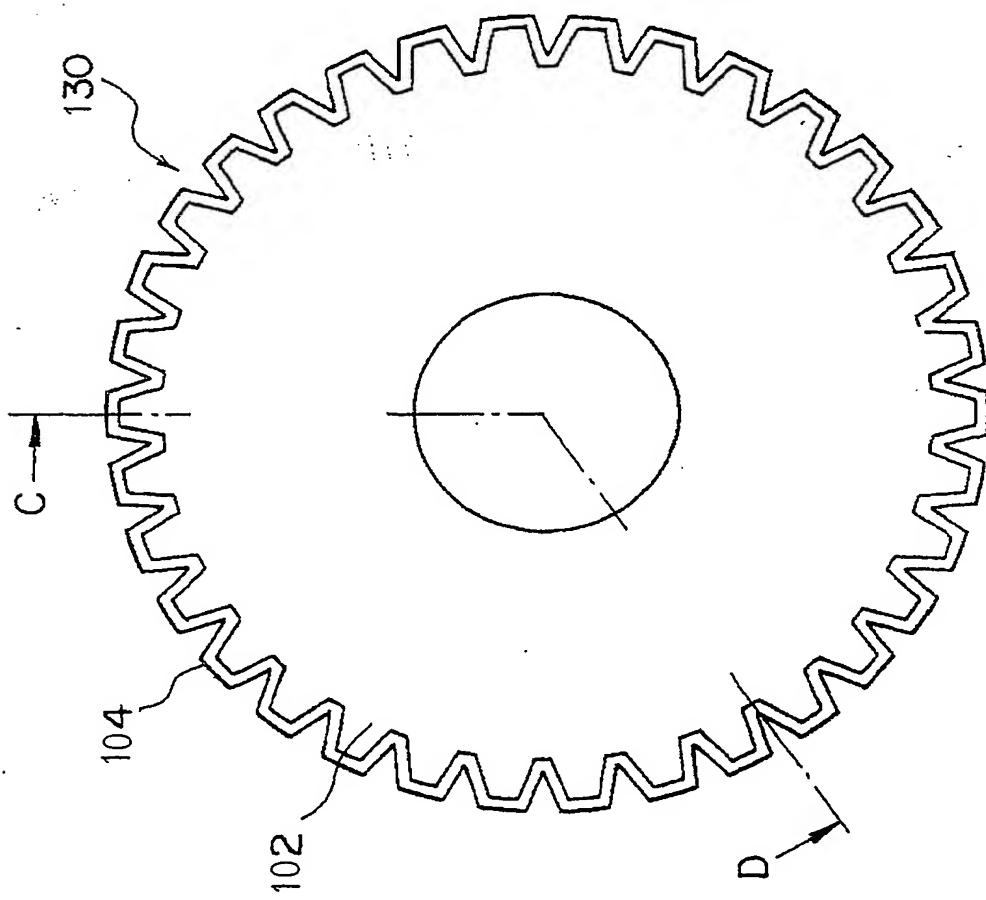


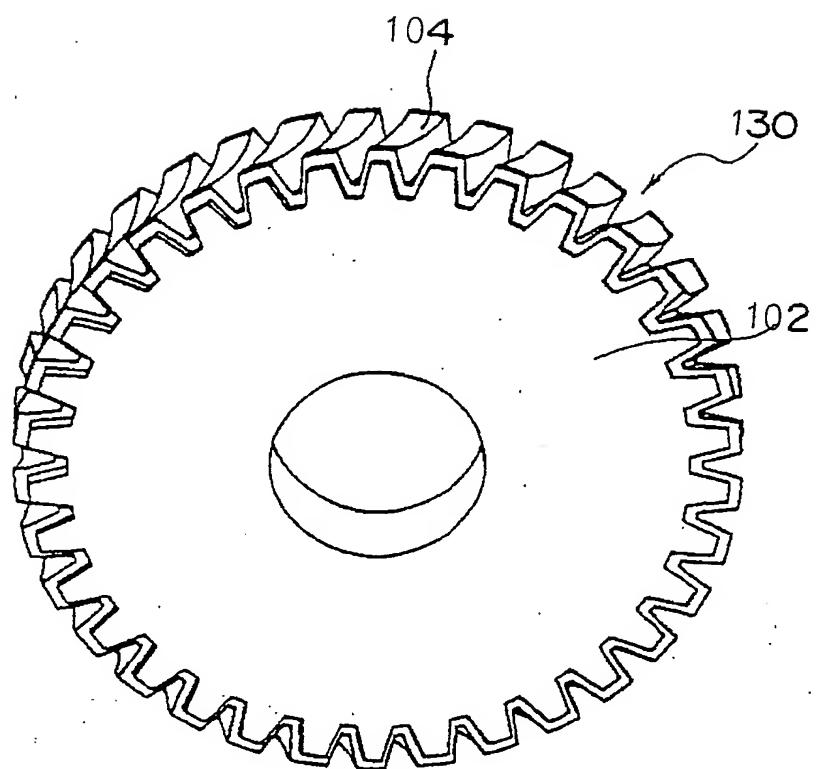
図11A



THIS PAGE BLANK (USPTO)

9/13

図 1 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

10/13

図13B

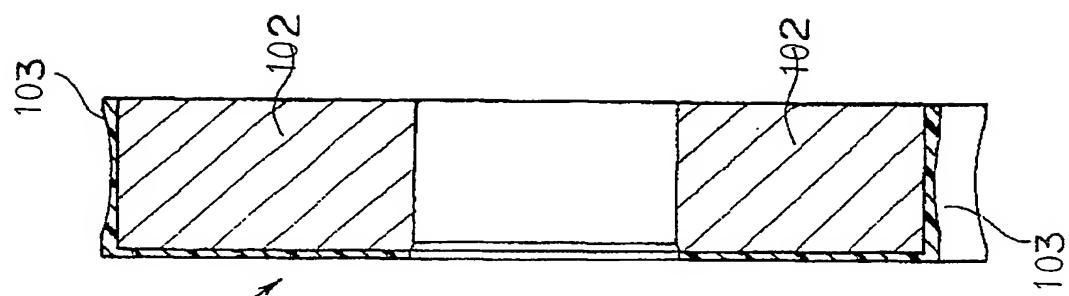
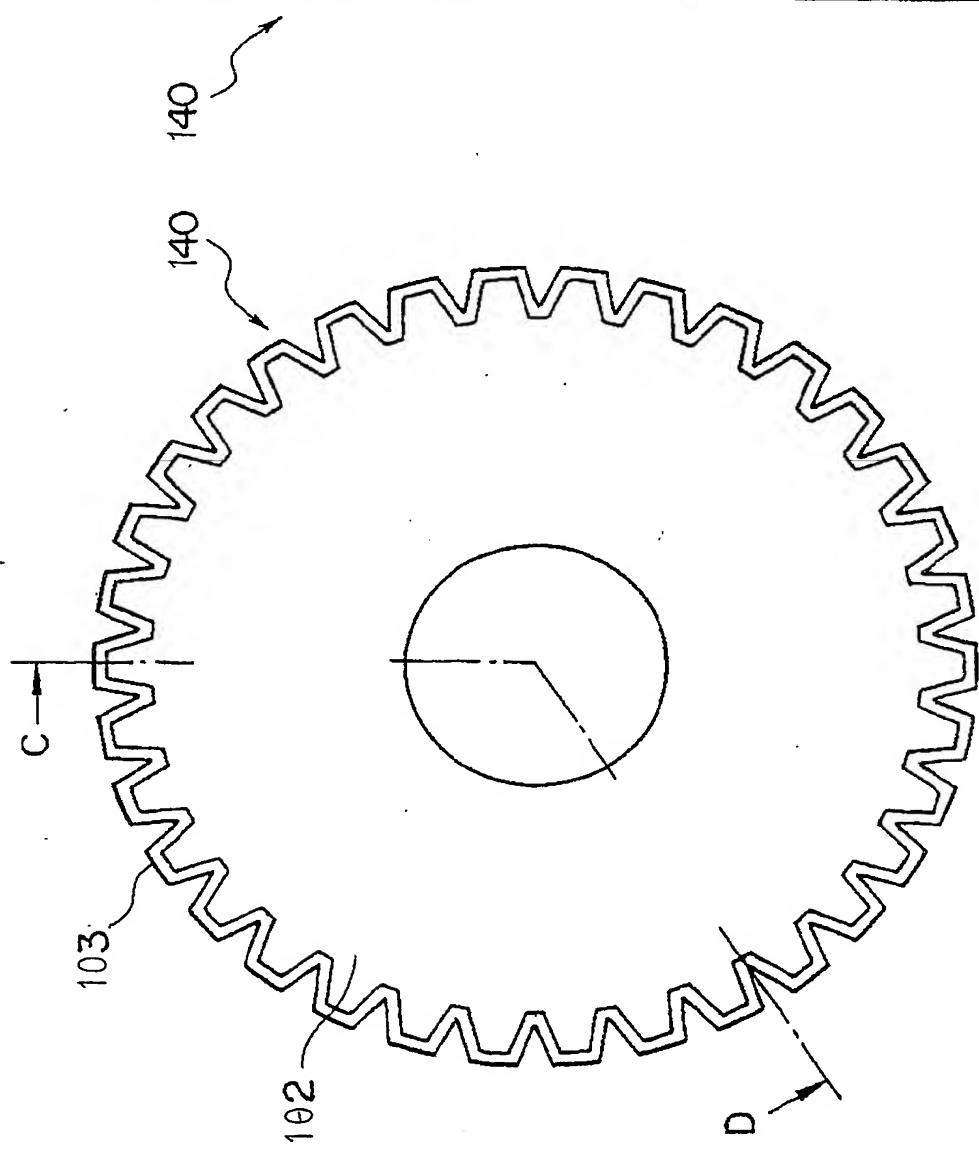


図13A



THIS PAGE BLANK (USPTO)

11/13

図 14 B

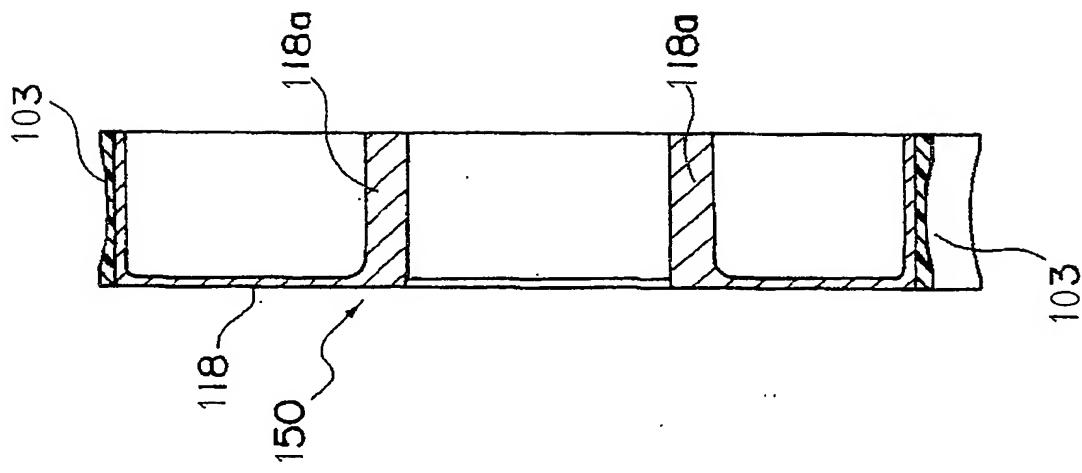
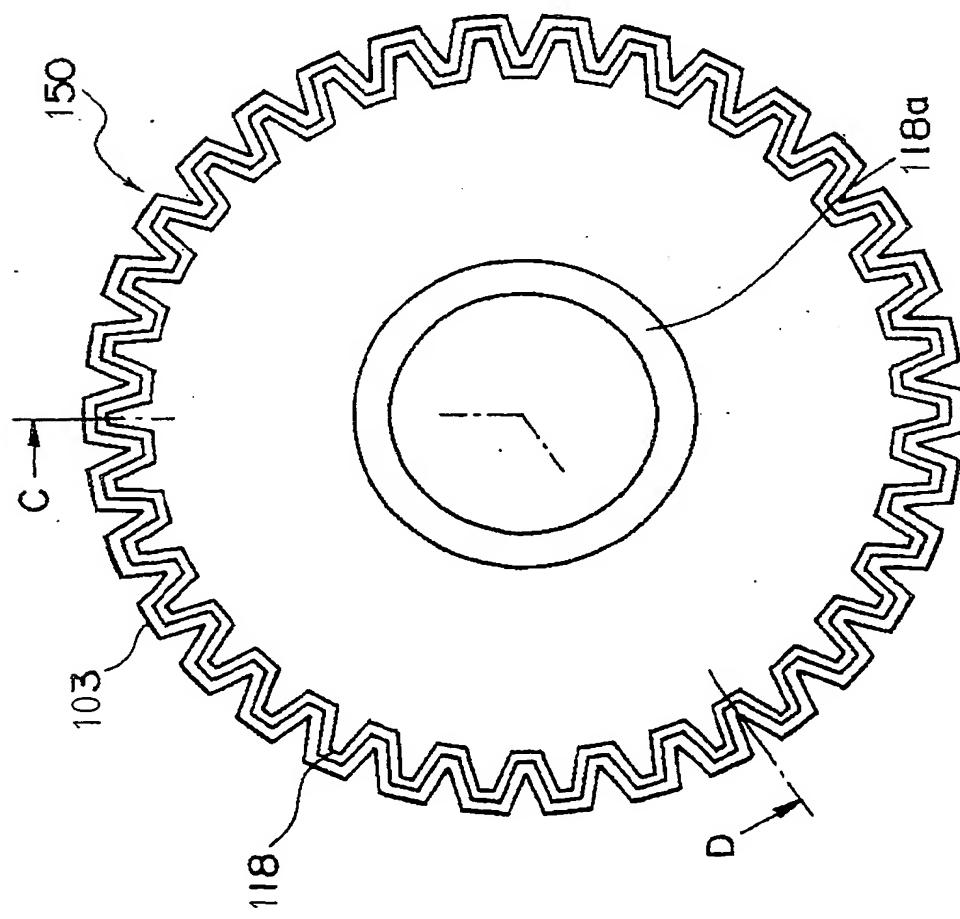
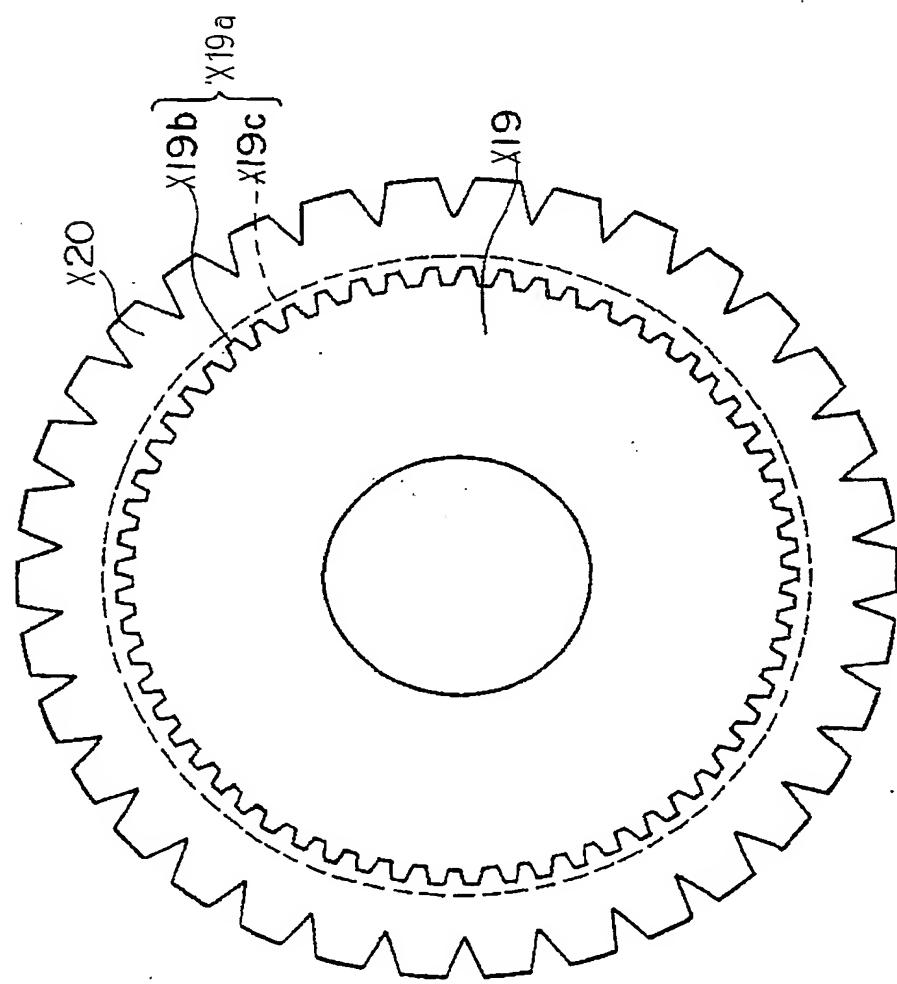
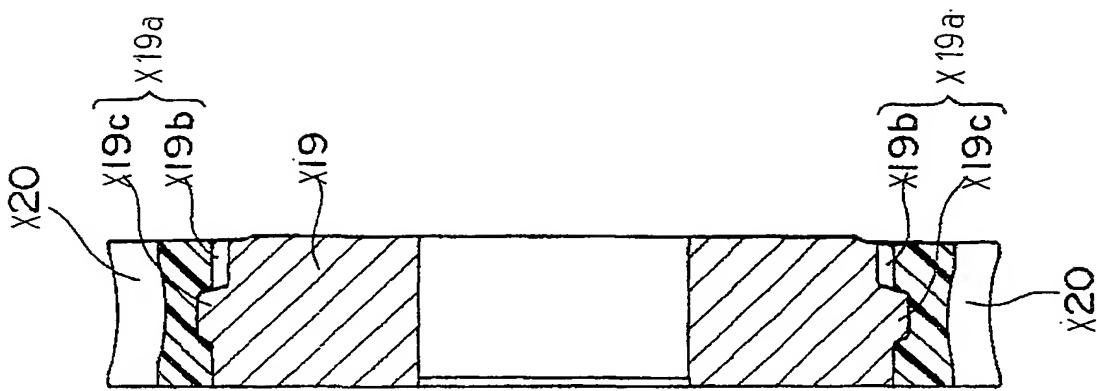


図 14 A



THIS PAGE BLANK (USPTO)

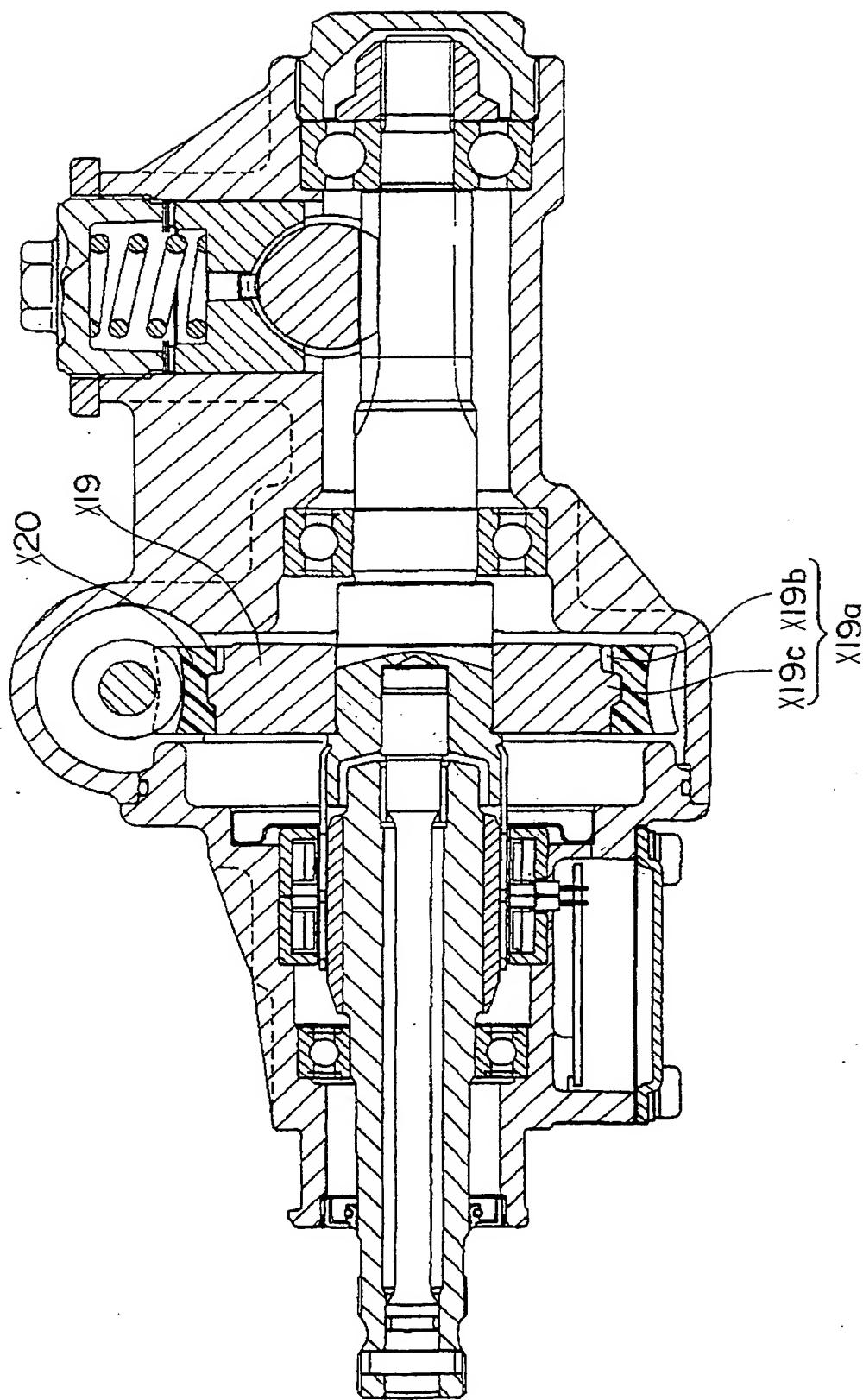
12/13

図15A
図15B

THIS PAGE BLANK (use back)

13/13

图 16



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05121

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 Int.Cl⁷ F16D7/02, B62D5/04, F16H1/16, F16H35/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16D7/00-7/10, B62D5/04, F16H51/00-55/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	EP 915004 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 12 May, 1999 (12.05.99), Claim 2 & JP 11-139326 A Claim 2	1 2,3
Y A	JP 7-223548 A (Toyota Motor Corporation), 22 August, 1995 (22.08.95), Claims 1, 3 (Family: none)	1 2,3
Y A	EP 666210 A (NSK Ltd.), 09 August, 1995 (09.08.95), column 4, lines 10 to 23 & JP 7-215227 A Par. No. [0014] & US 5445238 A	2,3 1
Y A	JP 11-29052 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 02 February, 1999 (02.02.99), Par. No. [0010] (Family: none)	2,3 1

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 30 August, 2001 (30.08.01)	Date of mailing of the international search report 11 September, 2001 (11.09.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05121

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-220560 (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 21 August, 1998 (21.08.98), Claim 1; Par. No. [0007] (Family: none)	1,3
Y	JP 7-119810 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 12 May, 1995 (12.05.95), Claim 1 (Family: none)	2,3
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 128836/1981 (Laid-open No. 35040/1983), (Toshiba Netsu Kigu K.K.), 07 March, 1983 (07.03.83) (Family: none)	2,3

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' F16D7/02 B62D5/04 F16H1/16 F16H35/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' F16D7/00-7/10 B62D5/04 F16H51/00-55/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1940—1996年
日本国公開実用新案公報	1971—2001年
日本国実用新案登録公報	1996—2001年
日本国登録実用新案公報	1994—2001年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP 915004 A (Koyo Seiko Co., Ltd.) 12. May. 1	1
A	999 (12. 05. 99) Claim 2 & JP 11-139326 A クレーム2	2, 3
Y	JP 7-223548 A (トヨタ自動車株式会社) 22. 8	1
A	月. 1995 (22. 08. 95) クレーム1, 3 (ファミリーな し)	2, 3
Y	EP 666210 A (NSK Ltd.) 09. Aug. 1995 (0	2, 3
A	9. 08. 95) column 4, line 10 - 23	1

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示す
もの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日
以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行
日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する
文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって
出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論
の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明
の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以
上の文献との、当業者にとって自明である組合せに
よって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 08. 01

国際調査報告の発送日

11.09.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

田合 弘幸



3W 9620

電話番号 03-3581-1101 内線 3327

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
	& JP 7-215227 A 項番【0014】 & US 5445238 A	
Y A	JP 11-29052 A (光洋精工株式会社) 2. 2月. 1 999 (02. 02. 99) 項番【0010】 (ファミリーなし)	2, 3 1
Y	JP 10-220560 (積水化学工業株式会社) 21. 8 月. 1998 (21. 08. 98) クレーム1, 項番【0007】 (ファミリーなし)	1, 3
Y	JP 7-119810 A (アイシン精機株式会社) 12. 5 月. 1995 (12. 05. 95) クレーム1 (ファミリーなし)	2, 3
Y	日本国実用新案登録出願 56-128836号 (日本国実用新案 登録出願公開 58-35040号) の願書に添付した明細書及び図 面の内容を撮影したマイクロフィルム (東芝熱器具株式会社) 7. 3月. 1983 (07. 03. 83) (ファミリーなし)	2, 3